

# PERANCANGAN PRODUK REAKTOR MIKROALGA PENGHASIL BIOFUEL UNTUK KAWASAN PESISIR

Ardhyaska Amy

Dr. Agus Sachari, M.Sn

Program Studi Sarjana Desain Produk, Fakultas Seni Rupa dan Desain (FSRD) ITB

Email: [ardhyaska@gmail.com](mailto:ardhyaska@gmail.com)**Kata Kunci** : biofuel, mikroalga, laut, energi, nelayan, reaktor.

## Abstrak

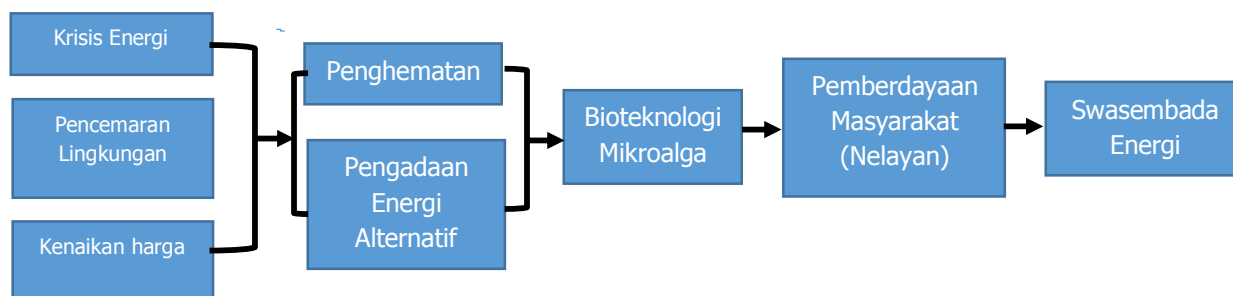
Krisis bahan bakar menjadi perdebatan karena jumlahnya yang menipis. Hal ini disebabkan karena bahan bakar yang umum dipakai sekarang bersumber dari bahan yang tidak terbarukan. Fenomena ini memunculkan ide penciptaan energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Gagasan ini menjadi peluang bagi negara-negara yang memiliki SDA untuk menciptakan sumber energi baru tersebut. Dengan 2/3 wilayah perairan, Indonesia berpeluang untuk memaksimalkan potensi lautnya. Salah satu potensi yang paling menjanjikan adalah mikroalga. Mikroalga dapat diekstrak menjadi biodiesel dengan teknologi fotobioreaktor. Berdasarkan fakta di atas, proyek ini bertujuan mengembangkan desain fotobioreaktor tersebut. Diharapkan produk yang didesain dapat menjadi solusi permasalahan energi khususnya di Indonesia.

## Abstract

The debate about fuels crisis is risen up because of the numbers of fuels are decreasing. The causative factor is because the fuels that are commonly used these days comes from non-renewable materials. This phenomenon led to the idea of creating alternative energy that can replaced fossil fuels. This idea is an opportunity for some countries that have the natural resources related to the new energy alternative mentioned before. Indonesia has an opportunity to maximize the potential of the sea because two thirds of the regions are coastal area. One of the most promising solution is microalgae. Microalgae could be extracted into biodiesel with the help of photobioreactor technology. Based on that facts, this project aims to develop the design of the photobioreactor. It is expected that the design of the product could be a solution to the energy problem especially in Indonesia.

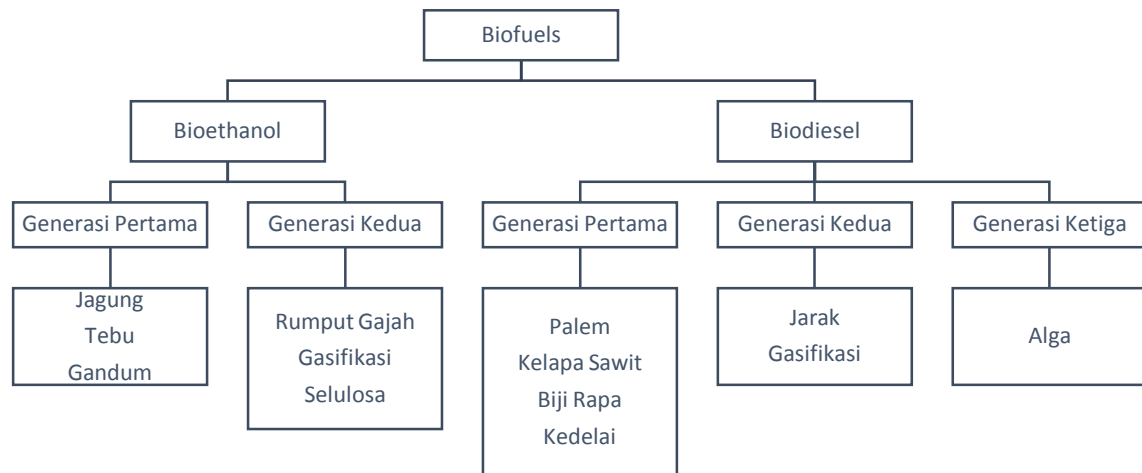
## Pendahuluan

Menipisnya cadangan bahan bakar minyak dunia khususnya dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui telah menimbulkan masalah berupa krisis energi. Banyak cara menangani masalah ini salah satunya dengan penghematan penggunaan. Namun, penghematan saja belum cukup menyelesaikan masalah. Perlu ada tindakan lebih dari sekedar mengurangi pemakaian misalnya dengan menciptakan energi terbarukan. Salah satu bentuk energi terbarukan tersebut adalah biofuel.



**Gambar 1.** Skema Pemetaan Masalah

Biofuel adalah cairan yang berasal dari biomassa, terutama dari tumbuhan (bahan nabati). Bentuk biofuel yang paling populer saat ini ialah biodiesel dan bioetanol. Biofuel dianggap sebagai pengganti sempurna untuk bahan bakar fosil karena biofuel lebih ramah lingkungan. Ada tiga generasi biofuel: biofuel generasi pertama (terbuat dari gula, tepung, minyak makan, atau lemak hewan), biofuel generasi kedua (terbuat dari non-tanaman pangan), dan biofuel generasi ketiga (terbuat dari alga). Biofuel yang dihasilkan dari mikroalga ini merupakan jenis biodiesel.



**Gambar 2.** Klasifikasi Biofuel berdasarkan bahan bakunya.

Ada beberapa keunggulan biofuel dibandingkan bahan bakar fosil, dan salah satu yang sering dibicarakan adalah bahwa biofuel merupakan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil, karena biofuel secara signifikan mengurangi emisi gas rumah kaca. Keuntungan lain dari biofuel adalah keamanan pasokan. Permintaan tinggi untuk minyak bumi telah meningkatkan harga minyak, dan juga adanya masalah tertentu dalam hal pasokan seperti masalah geopolitik. Biofuel memastikan pasokan konstan karena bahan bakunya dapat tumbuh dan diproduksi di dalam negeri, tanpa perlu diimpor. Produksi biofuel juga bisa sangat menguntungkan di banyak negara yang bergantung pada produk minyak suling karena dapat mengurangi biaya impor minyak yang terus meningkat. Biofuel juga memiliki potensi untuk memecahkan masalah energi di negara berkembang akibat krisis energi. Namun, biofuel juga memiliki kekurangan. Meskipun secara umum memang jauh lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil, tetapi ini tidak berarti bahwa biofuel tidak menyebabkan masalah pada lingkungan. Beberapa ahli lingkungan khawatir bahwa produksi biofuel akan menciptakan masalah pada keanekaragaman hayati, karena banyak binatang akan kehilangan habitatnya akibat lahan yang semakin banyak digunakan untuk memproduksi biofuel. Biofuel juga bisa menyebabkan masalah deforestasi yang lebih hebat di beberapa negara berkembang jika eksplorasinya dilakukan secara berlebihan.

Sejauh ini, kemajuan bioteknologi dalam negeri yang mengkaji biofuel mikroalga masih sebatas riset laboratorium dan prototype di beberapa badan litbang. Contohnya di laboratorium biokimia Institut Teknologi Bandung. Beberapa eksperimen telah menjelaskan bagaimana tahapan untuk mengolah mikroalga menjadi biofuel. Namun eksperimen-eksperimen yang ada masih dalam skala kecil.



**Gambar 3.** Fotobioreaktor tipe Vertikal Laboratorium Kimia ITB

## Proses Studi Kreatif

Dalam perancangan produk ini, ada beberapa aspek yang perlu dikaji untuk mendesain fotobioreaktor yang sesuai dengan kajian biokimia dan mikrobiologi serta aspek *human centered design*. Aspek-aspek tersebut antara lain :

1. Target pengguna
2. Tempat peletakkan produk di lokasi
3. Kapasitas bahan baku yang dapat ditampung
4. Hasil yang didapatkan
5. Ergonomi produk
6. Konsep interaktif
7. Skenario produk

Langkah selanjutnya adalah penentuan peletakkan produk. Dari hasil studi peletakkan produk di kawasan Pantai Timur dan Pantai Barat Pangandaran, Jawa Barat, maka penulis mengidentifikasi aktivitas yang umum terjadi di beberapa kawasan pantai khususnya area yang umum digunakan nelayan.

**Tabel 1.** Aktivitas Umum di Beberapa Titik di Kawasan Pantai Pangandaran

Waktu	Area Permainan Laut (Banana Boat, Speedboat,dll)	Area Pemancingan Lobster (Bagang)	Area Pengangkatan Jala Nelayan	Area Wisata Umum (Pantai Barat)	Pasar Ikan
Pagi	( <i>Peak moment</i> ) Wisatawan mencoba berbagai wahana air, Pemandu mengendarai <i>speedboat</i>	Belum beroperasi	pulang melaut, 5-10 orang menarik jala, 3-5 orang mengangkat hasil laut, 2-3 orang memilah dari sampah, pengiriman ke pasar ikan	Wisatawan berenang, berselancar, kapal wisata ke area Pasir Putih, bermain pasir, bermain bola	Nelayan mengirimkan hasil tangkapan, pedagang menjual hasil laut yang masih segar, rumah makan <i>seafood</i> ramai pengunjung
Siang	Penyedia wahana ganti shift, perbaikan alat,	Belum beroperasi	Nelayan pulang ke rumah masing-masing, ada beberapa yang masih mengambil hasil laut, menjemur udang, pengiriman ke gudang pengawetan	Wisatawan berenang, berselancar, kapal wisata, area teduk dijadikan tempat berkumpul dan makan keluarga	Hanya tinggal beberapa kios pedagang yang masih berjualan,
Sore	( <i>Peak moment</i> ) Wisatawan mencoba berbagai wahana air, Pemandu mengendarai <i>speedboat</i>	Nelayan mempersiapkan peralatan, kapal-kapal nelayan menuju bagang membawa 3-5 orang	Membersihkan kapal, mempersiapkan jala, membereskan peralatan di pasar ikan	Sedikit wisatawan yang berenang, berjalan menyusuri pantai, bermain bola, kapal-kapal ke pasir putih sudah berhenti	Hanya tinggal beberapa kios pedagang yang masih berjualan, tutup
Malam	Tutup	Sesi memancing	Melaut, menebar jala,	Tidak ada aktivitas untuk wisata	Tutup

**Tabel 2.** Survey aspek-aspek pendukung mikroalga sebagai opsi pengganti bahan bakar fosil.

No	Ketersediaan	Jenis kultur pendukung Perkembangbiakkan	Kesesuaian Habitat	Parameter penentu untuk Skala Riset (skala 1-5)	Faktor Pendukung Skala Industri (skala 1-5)	Prediksi Waktu Penggunaan
1	Alga Laut (58%)	Alami (13%)	Tropis (38%)	Spesies Mikroalga (4.1)	Sistem Produksi (4.3)	10-20 tahun lagi (47%)
2	Peternakan (58%)	Terbuka (58%)	Subtropis (35%)	Pencahayaan (4.0)	Tenaga ahli (4.2)	21-40 tahun lagi (34%)
3	Air Bersih (28%)	Semi-tertutup (42%)	Seluruh dunia (27%)	Medium Pertumbuhan (3.9)	Biaya (4.0)	Tidak mungkin terrealisasi (19%)
4	Rekayasa Genetik (16%)	Tertutup (28%)	-	Faktor luar (suhu, pH,dll) (3.6)	Proses Ekstrak (3.6)	-
5	- (16%)	-	-	Biaya pasokan nutrisi (3.2)	Pengaturan temperatur (3.1)	-

Dari data pengamatan aktivitas di atas, maka diperoleh garis besar aktivitas harian dan kebiasaan nelayan. Dengan begitu, diketahui pula apa saja peralatan yang dipergunakan oleh nelayan untuk membantu serta mempermudah aktivitas tersebut. Tahap berikutnya, menganalisa bagaimana cara nelayan memperlakukan peralatan tersebut baik dari pengoperasian maupun perawatan. Seluruh studi aktivitas tersebut berguna sebagai bahan pertimbangan pembuatan skenario operasional produk akhir sehingga pengguna tidak terlalu kebingungan menggunakannya.

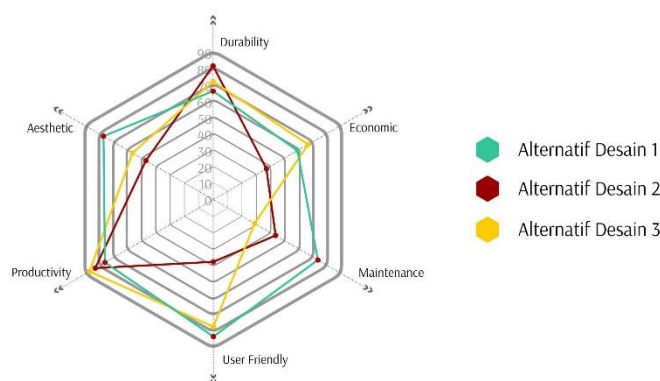
Dari data-data hasil studi, menunjukkan bahwa Indonesia sangat relevan untuk menjadi kawasan penghasil biofuel mikroalga. Maka dari itu, perlu adanya konsep produk yang jelas untuk mendukung berbagai riset yang telah ada sehingga teknologi ini dapat menjadi teknologi tepat guna bagi masyarakat.

Konsep produk ini adalah produk kultur buatan mikroalga laut dengan tipe fotobioreaktor untuk memaksimalkan hasil panen (berupa biomassa) yang nantinya dipakai untuk menghasilkan biodiesel. Produk ini dirancang dengan mempertimbangkan aktivitas nelayan yang menjadi target utama penggunaannya. Pertimbangan tersebut dapat dilihat dari skenario operasional produk yang didesain agar penggunaannya disesuaikan dengan kebiasaan nelayan ketika memakai peralatan sehari-harinya.

### Hasil Studi dan Pembahasan

Dalam perancangan produk ini, dilakukan berbagai studi demi mendapatkan kriteria ideal yang dibutuhkan dalam produk. Studi lapangan dan literatur yang diperoleh merupakan rujukan awal untuk dibuat beberapa alternatif desain. Untuk alternatif desain, dibuat 3 alternatif dengan perbedaan aspek yang paling diunggulkan.

**Gambar 4.** Alternatif Desain (Sketsa & Gambar Render)



**Gambar 5.** Diagram Perbandingan Alternatif Desain

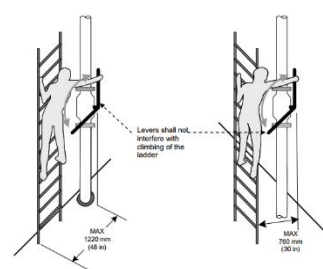
Studi material produk dilakukan untuk mengetahui jenis material apa yang paling baik agar produk dapat menghasilkan *output* maksimal dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria produk yang ideal. Studi material ini dilakukan pada beberapa komponen utamapada produk seperti : tabung utama, peyangga, pelampung, komponen distributor, tangga, dan area akses jalan.

Untuk komponen tabung utama, material transparan menjadi opsi utama. Tujuannya agar cahaya dapat masuk ke dalam reaktor untuk nantinya digunakan mikroalga dalam proses fotosintesis. Material yang dipilih adalah *High Density Polyethylene* (HDPE). HDPE memiliki kelebihan dibandingkan material lainnya seperti PVC dan *Low Density Polyethylene* (LDPE). Selain tahan lama, biaya pembuatannya pun tergolong murah. Perhitungan ini berdasarkan perbandingan pemakaian selama 20 tahun. Pelampung menggunakan bahan karet yang umum digunakan pada perahu karet. Pada bagian akses jalan menggunakan material fiber. Penggunaan fiber juga diterapkan pada komponen *Support* (penghubung antara komponen akses jalan dengan pelampung). Material fiber dirasa cukup kuat dan tahan lama. Pemakaian fiber banyak dijumpai pada pembuatan kapal nelayan. Selain mudah dibentuk, material ini mudah didapat dan harganya relatif murah sehingga ketika ada bagian produk yang mengalami kerusakan, pengguna dapat memperbaiki/membuat ulang komponen tersebut. Untuk bagian pipa distributor dan *input* bahan baku, digunakan pipa PVC dengan memasang katup pengatur debit air. Pompa air pada bagian belakang digunakan untuk mengisi kembali reaktor dengan air laut pasca panen. Tangga belakang terbuat dari alumunium dan digunakan ketika pengguna mengoperasikan katup air di bagian atas dan pengontrol suhu.

Studi ergonomi dan antropometri dilakukan untuk mengetahui kesesuaian produk dengan aspek fisiologi manusia sebagai pengguna. Beberapa skenario operasional yang diidentifikasi pada produk yakni aktivitas membuka keran air, membuka pintu utama, berjalan pada sisi produk, dan menaiki tangga. Studi ergonomi dan antropometri ini disesuaikan dengan prediksi aktivitas pengguna dari awal hingga akhir pengoperasian produk.



**Gambar 6.** Studi Ergonomi Alas untuk Pinggiran Produk. Sumber: Dokumentasi Pribadi

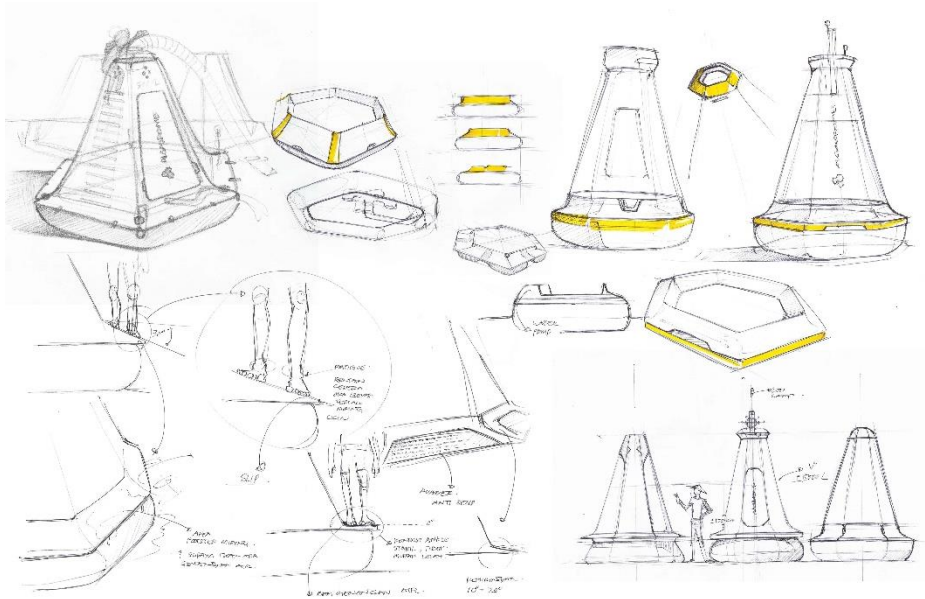


**Gambar 7.** Studi Ergonomi Tangga

Berisikan proses eksperimen, hasil studi (desain alternatif) dan keputusan desain (desain akhir). Dalam bagian ini, segala proses eksperimen/studi/ sketsa/alternatif desain dideskripsikan secara singkat dalam bentuk teks, diagram atau tabel matriks. Rekaman hasil uji bahan, uji ergonomi, eksperimen bentuk dan lain-lain yang menunjang keputusan desain sesuai tema yang dipilih harus dijelaskan secara lengkap pada bagian ini.



## Desain Akhir



**Gambar 8.** Sketsa Pengembangan Desain Akhir

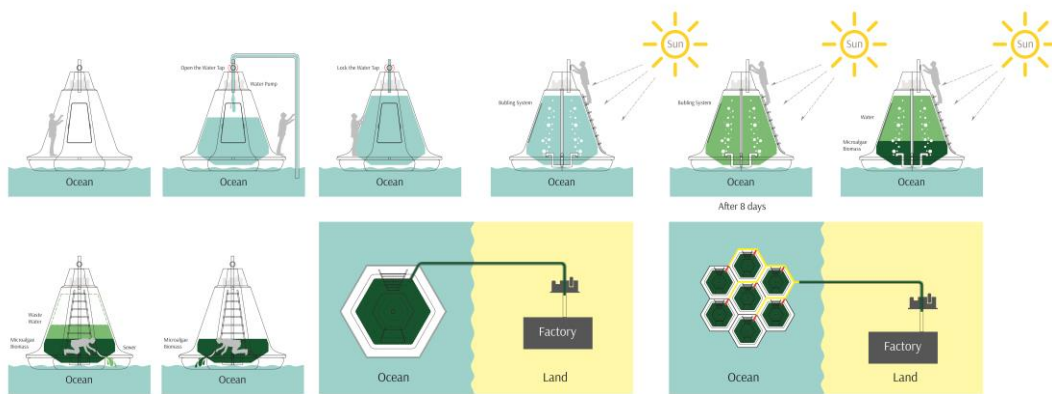
Berdasarkan hasil studi bentuk dasar dari aspek *human design centered*, didapatkan hasil dengan sketsa bentuk produk sebagai berikut :Dari beberapa sketsa desain yang telah dikembangkan, dipilih satu desain yang memenuhi aspek dan konsep desain. Pemilihan desain ditentukan berdasarkan kesesuaian aspek *engineering*, pengoperasian produk oleh pengguna, dan *output* yang akan dicapai.



**Gambar 8.** Render Produk



**Gambar 9.** Render Produk modul banyak



**Gambar 10.** Alur Operasional Produk

## Penutup

Isu energi yang kini melanda dunia mendorong banyak pihak terutama peneliti untuk menciptakan energi terbarukan berupa biodiesel dari mikroalga. Maka dari itu perlu adanya suatu produk teknologi tepat guna sebagai solusi di balik permasalahan tersebut. Dari berbagai studi yang dilakukan, didapatkan desain akhir produk reaktor ini sebagai sarana penunjang dalam rantai proses pengolahan mikroalga menjadi biodiesel. Hasil desain masih dapat dikembangkan terutama yang menyangkut faktor manusianya. Penelitian lebih lanjut memang perlu dilakukan untuk mencari kemungkinan produk dapat menghasilkan biodiesel secara langsung.

## Pembimbing

Artikel ini merupakan laporan perancangan Tugas Akhir Program Studi Sarjana Desain Produk FSRD ITB. Pengerjaan tugas akhir ini disupervisi oleh pembimbing Dr. Agus Sachari, M.Sn

## Daftar Pustaka

- Kawaroe, Mujizat. 2012. *Development of Algae-based Bioenergy from Indonesia Region*.  
 Moore, A. 2008. *Biofuels are Dead : Long Live Biofuels (?) – Part One*. *New Biotechnology*. 25: 6-12  
 Brennan, L and PMO Owende. 2010. *Biofuels from Microalgae - A Review of Technologies for Production, Processing and Extractions of Biofuels and Co-products*. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 14 (2):557-577.  
 Fryar CD, Gu Q, Ogden CL. 2012. *Anthropometric reference data for children and adults*. United States, 2007–2010. National Center for Health Statistics. Vital Health Stat 11(252).  
 American Bureau of Shipping. 2013. *Guide For Eergonomic Notations*. American Bureau of Shipping. Houston, TX 77060 USA.